



Trambüs Sisteminin Seçimi ve Uygulama Koşullarının Değerlendirilmesi: Malatya Örneği

Tacettin Geçkil¹, Bahadır Karabaş², Ceren Beyza İnce³

¹ İnönü Üniversitesi, tacettin.geckil@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8070-6836

² 2'nci Ordu Komutanlığı, karabasbaha@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0416-9121

³ İnönü Üniversitesi, c.beyzaince@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6385-0964

(İlk Geliş Tarihi 11 Nisan 2022 ve Kabul Tarihi 22 Temmuz 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1101681)

ATIF/REFERENCE: Geçkil, T., Karabaş, B. & İnce, C. B. (2022). B Trambüs Sisteminin Seçimi ve Uygulama Koşullarının Değerlendirilmesi: Malatya Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (38), 205-217.

Öz

Günümüzde, şehirlerdeki nüfus artışına bağlı olarak kent içi toplu ulaşım talebinin artması nedeniyle ekonomik, sürdürülebilir ve yenilikçi teknolojilerinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Kent içi toplu ulaşım sistemlerinden biri olarak Trambüs, şehir içi yolcu taşımacılığında kapasitesinin yüksek olması ve enerji tüketimi açısından ekonomik olması nedeniyle, modern çağın elektrikle çalışan, sürdürülebilir ve çevre dostu bir toplu taşıma aracıdır. Trambüs, diğer toplu taşıma araçları ile karşılaştırıldığında düşük ilk yatırım maliyeti ile ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, diğer fosil yakıtlı toplu taşıma araçlarına kıyasla daha uzun sürede periyodik bakıma ihtiyaç duyması, düşük bakım maliyetleri, kesintisiz hizmet sunması ve işletme maliyetleri açısından avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada, 2015 yılında faaliyete geçen Trambüs sistemi, 2013-2015 yılları arasındaki veriler ve seçim kriterleri incelenerek, Malatya kent içi ulaşımı için uygunluğunun diğer şehirler için örnek teşkil etmesi bakımından araştırılması amaçlanmıştır. Trambüs sisteminin seçim kriterleri ve kullanıma başlandığı ilk 5 aylık veriler sonucunda Malatya şehri için uygun bir seçim olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kent İçi Ulaşım, Toplu Taşıma Sistemleri, Metrobüs, Trambüs.

Selection of Trambus System and Evaluation of Application Conditions: Malatya Example

Abstract

Today, due to the increase in the demand for urban public transportation due to the population growth in cities, there is a need to use economic, sustainable and innovative technologies. Trambus, as one of the urban public transportation systems, is a sustainable and environmentally friendly public transportation vehicle of the modern age, powered by electricity, due to its high capacity in urban passenger transportation and being economical in terms of energy consumption. Trambus stands out with its low initial investment cost when compared to other public transportation vehicles. In addition, it provides advantages in terms of needing periodic maintenance for a longer period of time, low maintenance costs, uninterrupted service and operating costs compared to other fossil fuel public transportation vehicles. In this study, it was aimed to investigate the suitability of the trambus system, which became operational in 2015, by examining the data and selection criteria between 2013 and 2015, in terms of being an example for other cities for Malatya urban transportation. As a result of the selection criteria of the trambus system and the first 5 months of use, it has been concluded that it is a suitable choice for Malatya city.

Keywords: Urban Transportation, Public Transport System, Metrobus, Trambus.

1. Giriş

Şehirlerdeki artan nüfus ile birlikte kent içi ulaşım ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Kent içi ulaşım ihtiyacının karşılanmasında toplu taşıma önemli bir yer tutmaktadır. Toplu taşıma sistemleri her ferde açık, daha önce belirlenmiş bir ücret karşılığı, belirli bir güzergâhta, belirli bir zaman tarifesine göre, belirli duraklarda duran, koridordaki diğer araçlarla birlikte veya diğer araçlardan ayrılmış olarak işletilen sistemler olarak tanımlanır [1].

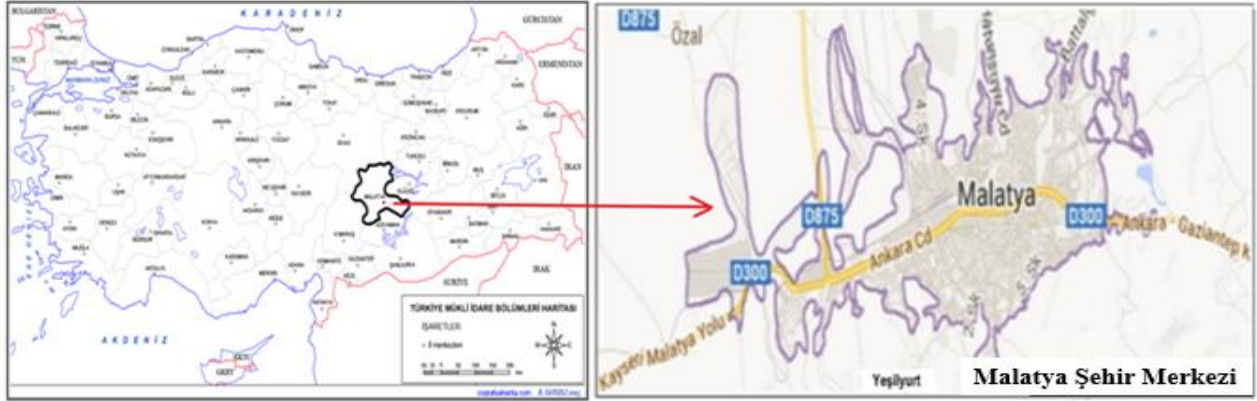
Toplu ulaşım modellerinin incelenmesi bakımından, toplu ulaşım türleri olarak tanımladığımız lastik tekerlekli ve raylı sistemler, birbirlerine rakip olarak görünse de özellikle Türkiye’de nüfusu 1.000.000’un üzerindeki birçok şehirde artık birbirlerini tamamlayan türler olarak karşımıza çıkmaktadır. Nüfusu 1.000.000’un altında olan şehirlerde toplu taşıma problemlerinin lastik tekerlekli sistemlerle çözüme kavuşturulması söz konusuysen, bu sayının üzerindeki nüfusa sahip şehirlerde ise raylı sistemler çözümünün devreye girdiği görülmüştür [2]. Bu bağlamda Malatya özelinde tercih edilen lastik tekerlekli Trambüs sistemi, Malatya Büyükşehir Belediyesi tarafından hayata geçirilmiştir. Yerli üretim olan Trambüs sisteminin Malatya’daki toplu taşıma sistemine fayda sağlayacağı değerlendirilmiştir [3]. Trambüs sisteminin çevre sorunları, yeşil lojistik, yeşil taşımacılık gibi konular bakımından da olumlu olduğu değerlendirilmiştir [4]. Ayrıca, Malatya

Ulaşım Ana Planı’nın ulaşım modelinde kullanılan yöntemler incelenerek, Malatya Ulaşım Ana Planı’nın 2016, 2035 ve 2050 yılı değerlendirmelerinden çıkan sonuçlar ile Tramvay ve Trambüs yolculuklarının karşılaştırmaları yapılmıştır. Raylı sistem hatları ile Trambüs hatlarının benzer kapasitede olduğu durumlarda, Trambüs alternatifinin seçilmesi, Metro ihtiyacı bulunan hatlarda ise Metro sisteminin kullanılması gerektiği belirtilmektedir [5].

Bu çalışmada, 2015 yılında faaliyete geçen Trambüs sisteminin 2013-2015 yılları arasındaki veriler ve seçim kriterleri ele alınarak Malatya şehir içi ulaşımı için uygunluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Malatya İlinin Genel Özellikleri

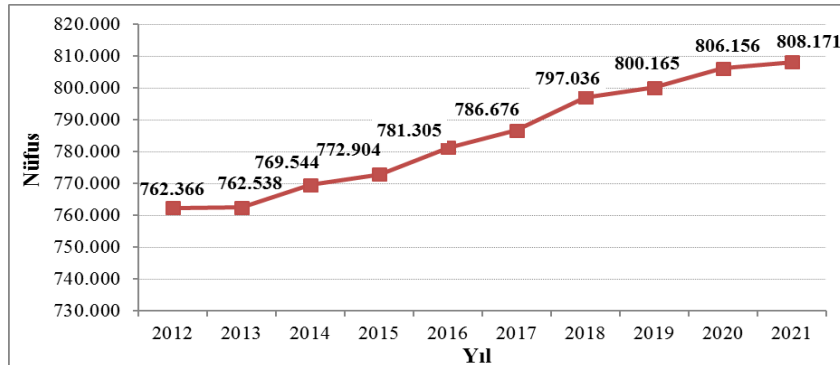
Malatya ili, Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Türkiye’nin en kalabalık yirmi yedinci şehridir. Ayrıca, 12.313 km²’lik yüzölçümü ve 808.171 kişilik nüfusu ile bölgenin en büyük şehri konumundadır. Malatya ili, Büyükşehir Belediyesi’nin hizmet ettiği alan büyüklüğü bakımından değerlendirildiğinde büyükşehirler arasında 16. sırada; Türkiye genelinde ise 21. sırada yer almaktadır. Malatya, bölgesinin ticari, askeri ve ekonomi bakımından önemli bir şehri olmasından dolayı nüfusu hızlı bir şekilde artmaktadır [6]. Malatya ilinin Türkiye haritasındaki konumu ve şehir merkezinin haritası Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1: Malatya ili ve şehir merkezinin haritası [7, 8]

Malatya ilinin merkez ilçeleri Battalgazi ve Yeşilyurt, il nüfusunun %77,11’ini oluşturmaktadır. Çevre ilçeler olarak tabir edilen diğer on bir ilçe içinde ise en yüksek nüfus Doğanşehir’de bulunmaktadır. Nüfusu 10.000’den düşük olan ilçeler ise Doğanşol, Kale, Kuluncak ve Arguvan’dır. Bu ilçelerde gerek

iklim ve coğrafyanın sertliği, gerekse ilçe merkezi ve kırsal mahallelerdeki sosyal yaşama ilişkin donatıların yetersizliği kırsal mahallelerden, merkez ilçelere göçe neden olmaktadır [5]. Malatya ilinin 2012-2021 nüfus artış grafiği Şekil 2’de görülmektedir.

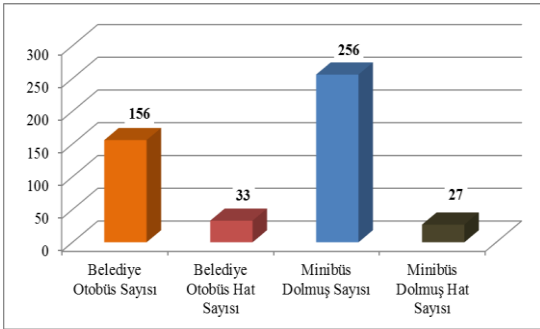


Şekil 2: Malatya İlinin 2012-2021 Arası Nüfus Artışı [9]

3. Trambüs Sisteminin Seçimi ve Yöntem

3.1 Malatya Toplu Taşıma Sisteminin Bazı Özellikleri

Malatya ilinin 2013 yılı koşullarındaki toplu taşıma hizmetleri, Malatya Belediyesine ait 33 hatta 156 otobüslük filo ile bir Belediye şirketi olan MOTAS tarafından yapılmıştır. Otobüs hatlarının tümü kent merkezi ile bağlantılıdır. Ancak, merkezde sonlanan hat sayısı sınırlıdır. Hatların çoğunda kentin bir yönünden merkeze gelen, merkezi geçip, diğer yönde devam eden ring güzergâhları izlenmektedir. Otobüslerin hareket kontrolü, kent merkezinden yapılmaktadır. Hatların uzunluğu 7,5 km ile 52 km arasında değişmektedir. Uzun hat olarak nitelendirilebilecek grupta üç hat bulunmaktadır. Bu hatlar batı yönünde Organize Sanayi Bölgesine, doğu yönünde Üniversite yerleşkesine ve Kapıkaya'ya hizmet vermektedir. Ayrıca Malatya'da 27 hatta 256 minibüs dolmuş bulunmaktadır. Minibüs hatları, ulaşımın %50'sini karşılamaktadır ve tümünde güzergâhlar merkez uçludur. Tüm hatların merkez durak alanları kent merkezinde bulunmaktadır. Hatların 12 tanesi kentin batısına, 4'ü doğusuna, 7'si güneyine, 4'ü kuzeyine hizmet vermektedir. Hat sayısına paralel olarak minibüslerin çoğunluğu da kentin batısına (sanayi bölgesi) çalışmaktadır [3]. Malatya ilinin 2013 yılına ait toplu taşıma sistemi hat ve araç sayısı Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3: Malatya İlinin 2013 Yılına Ait Toplu Taşıma Sistemi Hat ve Araç Sayısı

Ayrıca, Malatya şehir merkezinde toplu taşıma faaliyetlerinin, bireysel taşıt sayısının fazla olması nedeniyle toplu taşımanın yavaş olduğu, düzensiz kentleşme nedeniyle fazla sayıda düzensiz karayolu yapıldığı, bunun da toplu taşıma planlamasını zorlaştırdığı belirlenmiştir [5]. Bunun yanında, mevcut toplu taşıma sisteminin çağın şartlarına uygun konforda olmadığı, belirli saatler (mesai başlangıcı ve bitişi) ve bölgeler dışında toplu taşıma yolcusunun az olmasından dolayı, toplu taşıma gelirinin düşük olduğu, bu sebeple toplu taşıma mütebbisinde azalma olduğu, toplu taşıma ihtiyacının belirli bölgelerde yoğunlaştığı [3], bölgelerin özellikle MAŞTİ-İnönü Caddesi-İnönü Üniversitesi ve MAŞTİ-Çevreyolu-İnönü Üniversitesi arasında bulunan bölgenin ihtiyaç arz ettiği tespit edilmiştir.

3.2 Toplu Taşıma Sistemlerinin Araştırılması

Malatya kent içi ulaşım için toplu taşıma sistemi araştırılırken, şehir merkezinin doğu ve batı yönünde uzandığı, şehrin batısında MAŞTİ (Otogar) ve doğu yönünde İnönü Üniversitesinin bulunduğu hatta tek yönde yaklaşık olarak saatte 8.000-10.000 yolcu kapasitesi [4] olduğu göz önüne alınarak toplu sistemi araştırması yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan araştırmada MAŞTİ-Çevreyolu-İnönü Üniversitesi (1.alternatif) ve MAŞTİ-İnönü Caddesi-İnönü Üniversitesi (2.alternatif) arasında bulunan bölgenin alternatifli olarak ele alındığı görülmüştür. Araştırma kapsamında ele alınan sistemler ve karşılaştırma kriterleri aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

3.2.1 Metro Sistemi

Günümüzde şehir içi toplu ulaşım sistemleri arasında en yüksek yolcu kapasitesine sahip ulaşım sistemi olarak kabul edilen Metro sistemleri, dünyadaki pek çok büyük şehirde ana toplu ulaşım sistemi olarak çalıştırılmaktadır [2]. Bu sistemler, saatlik yolcu kapasitesi 100.000 yolcu olan yüksek yolcu kapasitesine sahip olan sistemlerdir. Büyükşehirlerde en yüksek yolculuk taleplerinin tespit edildiği hatlarda Metro sistemleri tercih edilmektedir [10]. Bu bakımdan Malatya şehrinin ulaşım faaliyeti tek yönde yaklaşık olarak saatte 8.000-10.000 yolcu kapasiteli [4] olarak tespit edildiğinden, Malatya için Metro sisteminin yolcu kapasitesi bakımından çok fazla olduğu değerlendirilmiştir.

3.2.2 Hafif Raylı Sistem

Dünyada ve ülkemizde birçok uygulaması bulunan hafif raylı sistemler, şehir içi raylı toplu taşımacılık sistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Bu sistemlerin ortalama kapasitesi saatte 35.000 yolcudur [11]. Ayrıca, bu sistemin yaygın olarak kullanılması, sürdürülebilir ve çevre hassasiyetine sahip olması sebebiyle Malatya için geleceğe yönelik olarak kapasite bakımından uygun olabileceği değerlendirilmiştir. Ancak, Kayseri hafif raylı sisteminin ilk etabının 2004-2009 yılları arasında [12], Gaziantep hafif raylı sisteminin ilk etabı 2008-2011 yılları arasında tamamlanması [13], söz konusu sistemin tam kapasitesinin uzun ve zorlu inşaat süresi sonucunda faaliyete geçebileceği değerlendirilmiştir.

3.2.3 Sıkıştırılmış Doğal gaz (CNG) Otobüs Sistemi

Türkiye ve birçok ülkede, yakıt ekonomisi ve çevre bilinci nedeniyle CNG kullanan otobüs sistemleri tercih edilmektedir. Bu sistem, ülkemizde birçok büyükşehirde kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistemin mevcut otoyol sistemini kullanması, ilk yatırım maliyetlerini azaltan bir unsur olarak görülmüştür. Ancak, bu otobüslerin CNG ile çalışmasından dolayı bakım, onarım, işletme ve yedek parça maliyetlerinin diğer sistemlere nazaran çok yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca bu sistemde, her ne kadar diğer fosil yakıtlı sistemlere nazaran daha az olsa da, CO₂ salınımı söz konusudur [14]. Ayrıca, sistemin CNG yakıtı kullanmasından dolayı dışa bağımlı olması nedeniyle sürdürülebilir olmadığı değerlendirilmiştir.

3.2.4 Bataryalı Otobüs Sistemi

Bataryalı otobüslerin elektrik ile çalışması nedeniyle enerji tüketimi bakımından ekonomik olduğu, çevre ve hava kirliliğinin

önlenmesi bakımından avantajlar sağladığı öngörülmüştür. Ancak, araştırmanın yapıldığı 2013 tarihinde, bataryalı otobüslerin Türkiye’de sınırlı kullanımının bulunması, ağır olması ve güç sorunlarının bulunduğu [15] tespit edilmiştir. Ayrıca, ağırlıkları nedeniyle yollara zarar verebileceği ve bunun ek maliyetler getirebileceği değerlendirilmiştir.

3.2.5 Metrobüs (Dizel Otobüs Sistemleri) Sistemi

Ülkemizde fosil yakıt kullanan körüklü dizel otobüs sınıfında yer alan Metrobüs sistemlerinin lastik tekerlekli sistemler arasında kalite ve yolcu kapasitesi olarak ihtiyaca cevap verebileceği değerlendirilmiştir. Ancak, bu sistemlerin tercihi yolda (kendine ait bir yol) çalışır şekilde genel bir uygulamaya sahip olmasından (İstanbul örneği gibi) dolayı mevcut yolları daraltabileceği ve trafik yükünü arttırabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, literatürde [15] dizel yakıt kullanan Metrobüs sistemlerinin, kullanım ömürlerinin Trambüs sistemine göre daha az olduğu, yüksek yakıt ve bakım maliyetlerinin olduğu tespit edilmiştir. Bunların dışında, dizel yakıt kullanan bu sistemlerin gaz emisyon salınımlarının fazla olduğu, çevreye zarar verdiği, dizel yakıt kullanması bakımından da dışa bağımlı ve sürdürülebilir bir sistem olmadığı değerlendirilmiştir.

3.2.6 Trambüs Sistemi

Toplu taşıma sistemi olarak Trambüs, Dünya genelinde 1930’ların sonunda çok yaygın olarak kullanılmış olmasına rağmen Türkiye’de ilk kez 1947’de kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla birçok şehirde bu sistemlerin yerine, ucuz olması sebebiyle dizel otobüslerin kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Ancak, 1970’li yıllarda meydana gelen petrol krizi sebebiyle fosil yakıt kullanılmayan sistemler tercih edilmeye başlanmıştır. Böylece, sürdürülebilir yani zaman içinde tükenmeyen kaynakların kullanıldığı toplu taşıma sistemlerinin oluşturulması amaçlanmıştır [16].

Günümüzde kullanılan elektrikli körüklü otobüs sınıfında yer alan Trambüs sisteminin, Dünya üzerinde 40.665 araç, Avrupa da ise 1893 araç ile yaygın bir şekilde kullanıldığı [17], çalışan sistemlerin özellikle yarıdan fazlasının Avrupa ve Asya ülkelerinde olduğu tespit edilmiştir. Avrupa kıtasında İsviçre ve İtalya’nın bu sistemi kullanan ülkelerin başında geldiği görülmektedir.

Tablo 1’de Dünyada ve Avrupa da Trambüs sistemini kullanan kıtalar ve ülkeler görülmektedir.

Tablo 1: Dünyada ve Avrupa da Kullanılan Trambüs Sistemleri [17]

Dünyada Kullanılan Trambüs Sistemleri		Avrupa Kullanılan Trambüs Sistemleri	
Kıta	Araç Sayısı	Ülke	Araç Sayısı
Doğu Avrupa	4.482	Avusturya	131
Batı Avrupa	1.893	Belçika	20
Avrasya	26.666	Fransa	199
Kuzey Amerika	1.926	Almanya	104
Güney Amerika	828	Yunanistan	350
Afrika	0	İtalya	388
Avustralya	60	Hollanda	48
Asya	4.810	İsviçre	618
Toplam	40.665	Toplam	1.858

Malatya Belediyesi tarafından tercih edilen Bozankaya firması tarafından üretilen Trambüs sistemi, elektrikle çalışan, körüklü araç sınıfında bulunan hem tramvaylarla hem de otobüslerle ortak özellikleri bulunan bir araçtır. Trambüsler, otobüsler gibi tekerlekler üzerinde hareket eder ve elektrik iletimi için çift kablo kullanırlar. Bu taşıtların kaportaları otobüslere benzer şekilde üretim aşamasından geçmekle beraber, taşıtlar 400 voltun üzerinde düz akımla çalışan elektrik motoruyla hareket ettirilmektedir. Trambüslerin motorları azami seviyede sessiz ve güçlü olmasıyla dikkat çekmektedir. Vasıtalarda debriyaj ve gaz pedalı bulunmaz ve gaz pedalı yerine, akım geçişini ayarlayarak sürati yükselten reosta ismi verilen özel bir pedal bulunur. Araçlarda bulunan bataryalar sayesinde vasıtalar elektrik kesintilerinden ve vasıta üstünde bulunan kabloların temassızlığından etkilenmemektedir. Günümüz şartlarında üretilen ve Şekil 4’de görülen yeni Trambüsler elektrik enerjisi ile birlikte zorunlu durumlarda dizel yakıtı da kullanabilmektedir [18].



Şekil 4: Trambüs Genel Görünümü [18]

Trambüs sistemleri bazı özellikleri ile Tramvay ve Metrobüs sistemleriyle de benzerlik göstermektedir. Trambüsler karma trafik ve tahsisli yollarda sinyalizasyon öncelikli olarak çalışabilmektedir. Çeşitli uzunluklarda üretilen Trolleybüs araçları 12-18-21-24-30 metre uzunluklarında olabilmektedir. 30 metrelik araçlar ile yaklaşık 275 kişilik (6 kişi/m²) araç kapasitesi sağlanabilmekte, sık sefer aralıkları ile bir yönde saatte 15.000 yolcu taşınabilmektedir. Ayrıca kış şartlarında tekerlek ve asfalt arasındaki sürtünme katsayısının düşmesinden dolayı oluşan patinaj problemi, çift tahrik verebilme kabiliyeti sayesinde ya azaltılmakta ya da tamamen ortadan kaldırılabilir. Özellikle eğimin %6'dan fazla olduğu bölgelerde Trambüs sistemleri daha avantajlıdır. Trambüsler, %12-15 eğimleri rahatlıkla çıkabilmektedir [18]. Ayrıca, Trambüslerin çalışma ses seviyesinin en fazla 65 dBA'ya çıktığı, bir ofis ortamında gürültü seviyesinin 60 dBA seviyelerinde olduğu [4] düşünüldüğünde ürettiği gürültü ve elektrikle çalışmasının çevrenin korunması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Trambüslerin genel teknik özellikleri Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2: Trambüslerin Genel Teknik Özellikleri [18]

Özellikler	Değerler
Araç Boyu	24700 mm
Araç Genişliği	2550 mm
Araç Yüksekliği	3467 mm
Araç Ağırlığı	23700 kg
Azami Hız	65 km/Saat
Çıkabileceği Maksimum Eğim	18%
En Küçük Dönüş Çapı	23,2 Metre
Araç Nominal Gücü	2x250 kW
Kapı Sayısı	5 adet
Toplam Yolcu Kapasitesi	221 (48 Oturan, 173 Ayakta)
Gürültü Seviyesi	65 dB(A)

3.3 Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Seçilmesi

Malatya kent içi toplu taşıma sistemi için tek yönde yaklaşık olarak saatte 8.000-10.000 yolcu kapasitesi [4] olduğu göz önüne alınarak toplu taşıma sistemi araştırmasında, Malatya kent içi toplu taşıma sistemi için uygun olduğu düşünülen Metrobüs, Trambüs ve hafif raylı sistem için karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmada yolcu kapasitesi (yolcu/saat), yakıt maliyetleri (TL/km), çevresel hassasiyet (yakıt emisyonu), mevcut koşullara uygunluk, sistemin taşınabilirliği (ihtiyaç kalmadığında taşınma durumu), yolcu konforu, yapım süresi, araç kullanım ömrü, bakım maliyetleri ve arıza sıklığı konuları daha önceki yapılan çalışmalar ışığında analiz edilmiştir. Bu karşılaştırmada varılan sonuçlar ve değerlendirmeler Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3: Toplu Taşıma Sistemlerinin Genel Karşılaştırması [5,14,15,17].

	Metrobüs	Trambüs	Hafif Raylı
Yolcu Kapasitesi	10.000-	10.000-	35.000
Yakıt Maliyeti	0,66	0,28	0,24
Çevresel (Partikül)(g/km)	0,47	0	0
Mevcut Koşullara Uygunluk	Uygun (Mevcut Otoyolda)	Uygun (Mevcut Otoyolda)	Uygun Değil (Sisteme ait raylı hat)
Sistem	Taşınabilir	Taşınabilir	Taşınamaz
Yolcu Konforu	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
Yapım Süresi	Kısa	Orta	Uzun
Araç Kullanım	15-20 Yıl	26-34 Yıl	30-40 Yıl
Bakım	Yüksek	Düşük	Düşük
Arıza Sıklığı	Yüksek	Düşük	Düşük

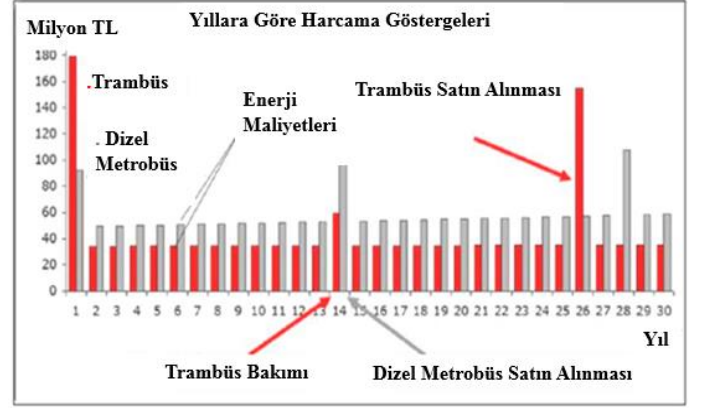
Malatya şehri için düşünülen toplu taşıma sistemi olarak istenen kriterlere uygun olan, birçok bakımdan birbirine yakın özellikler ve avantajlar gösteren hafif raylı sistem ve Trambüs sistemi için ilk yatırım maliyetlerini kıyaslama gereği hissedilmiştir (Tablo 4). Ayrıca kapasite bakımından ihtiyacın çok üstünde olan Metro sistemi bilgi maksatlı ve raylı sistem olma özelliği ile kıyaslamaya dâhil edilmiştir.

Tablo 4: Toplu Taşıma Sistemlerinin İlk Yatırım Maliyetleri [19]

Sistem Tipi Maliyeti	Maliyeti (Milyon ABD Doları /Km)
Trambüs (Özel yollu otobüs)	3-13
Hafif Raylı Sistem	13-40
Metro (Hemzemin - Viyadük)	30-100
Metro (Yeraltı)	45-320

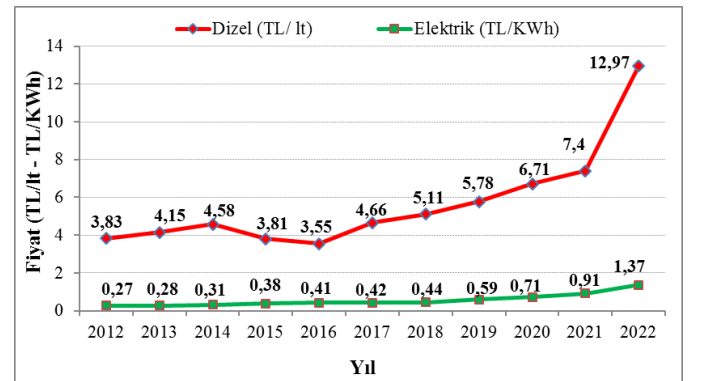
Karşılaştırma neticesinde ilk yatırım maliyeti olarak Trambüs sisteminin, lastik tekerlekli özel yollu otobüs sistemi olarak değerlendirildiği, raylı sistemlerden daha ekonomik olduğu ve aradaki farkın büyük olduğu, seçimin bu kriterler göz önüne alınarak yapıldığı düşünülmüştür. Ayrıca, Trambüs sistemi sürdürülebilirliği ve ekonomik açıdan birçok üstünlüğü barındırırsa bile, ekonomik bir yatırım olarak mevcut sistemin modernize hali olarak düşünülen Metrobüs sistemi ile kıyaslanması gerektiği değerlendirilmiştir. Bu bakımdan Trambüs ve Metrobüsler sistem kullanım ömürleri göz önüne alınarak 30 yıllık bir periyot için kıyaslanmıştır. Yapılan inceleme neticesinde literatürde [15] ilk yatırım maliyeti olarak Trambüs sisteminin dizel Metrobüslere göre maliyetinin fazla olsa dahi, yıllık enerji maliyetlerinin daha düşük olması ile öne

çıktığı, Metrobüslerin dizel otobüs sınıfında olması sebebiyle, 14 yıl kullanım ömrünün olduğu, Trambüsün ise 26 yıl kullanım ömrü olduğu belirtilmiştir. Yıllara göre bu iki sistemin harcama göstergeleri Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5: Yıllara Göre Trambüs ve Dizel Otobüsün Harcama Göstergeleri [15].

Ayrıca, 2012 ve 2022 yılı arasında TL/kwh ve TL/lt olarak fiyat artışlarının kıyaslamasında, dizel yakıtın ve elektriğin çeşit dönemlerde farklı oranlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Elektrik enerjisinin dışa bağımlı olmaması ve yerli kaynaklarla üretilmesi, dizel yakıtının ise dışa bağımlı olması nedeniyle, elektrik ile çalışan sistemlerin uzun vadede avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Dizel ve elektrik fiyatlarının 2012-2022 arasındaki artış grafiği Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6: Dizel Yakıt ve Elektrik Fiyatlarının Artışı 2012-2022 [20,21]

Çevresel hassasiyet bakımından Metrobüs ve Trambüs için karşılaştırma yapıldığında, Trambüsün elektrikli olması sebebiyle doğrudan zararlı gaz salımı yapmadığı ancak dolaylı gaz salınımı yaptığı Tablo 5’de görülmektedir. Ayrıca, gürültü kirliliği bakımından literatürde [16] Metrobüsün 80-90 dBA, Trambüsün ise 60-70 dBA arasında ses yayılımının olduğu görülmüştür.

Tablo 5: Zararlı Emisyonların Dizel Metrobüs ile Trambüs İçin Karşılaştırması [17]

	Doğrudan Zararlı Salınım		Dolaylı Zararlı Salınım		
	Dizel Metrobüs (g/km)	Elektrikli Trambüs (g/km)	Dizel Metrobüs (g/km)	Elektrikli Trambüs (g/km)*	Elektrikli Trambüs (g/km)**
SO ₂	1,07	0	1,7	0,86	0,43
NO ₂	23,6	0	24,2	1,31	0,66
CO	0,47	0	4,8	0,61	0,31
CO ₂	1204	0	1314	912	456
Partikül	0,47	0	0,5	0,25	0,13

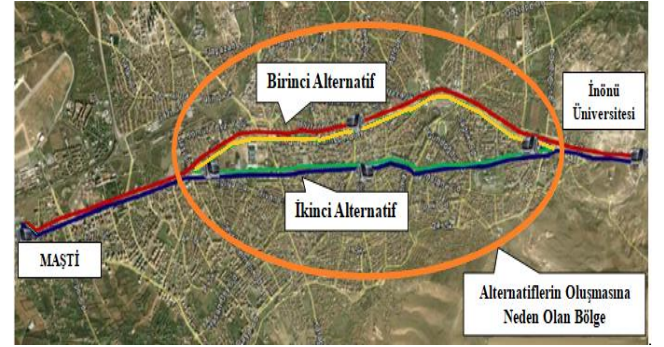
* Fosil Yakıtlı Elektrik Santralinden Üretilen Elektrikçi Kullanan Sistem

** Hidroelektrik Santralinden Üretilen Elektrikçi Kullanan Sistem

Yapılan analizler neticesinde Malatya toplu taşıma ihtiyacının giderilmesi bakımından Trambüs sisteminin, Dünya ve Avrupa çapında birçok benzer uygulamasının olması, yerli teknoloji ve üretici imkânının bulunması, düşük ilk yatırım maliyeti, hızlı inşaat sürecinin olması, düşük yakıt ve işletme maliyeti, uzun araç ömrünün bulunması, diğer sistemlere göre daha çevreye duyarlı ve sürdürülebilir olması nedeniyle uygun olacağı değerlendirilmiştir.

4. Trambüs Sistemine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Malatya kent içi ulaşım için toplu taşıma sistemi araştırılırken, şehir merkezinin doğu ve batı yönünde, MAŞTİ (Otogar) ve doğu yönünde İnönü Üniversitesi arasında toplu taşımayı sağlayacak, MAŞTİ-Çevreyolu-İnönü Üniversitesi (1.alternatif) ve MAŞTİ-İnönü Caddesi-İnönü Üniversitesi (2.alternatif) arasında inceleme yapıldığı görülmüştür. Bu iki alternatifte tek yönde yaklaşık olarak saatte 8.000-10.000 yolcu kapasitesi [4] olduğu göz önüne alınmıştır. Burada alternatiflerin oluşmasının nedeninin İnönü Caddesi ve Çevre yolunun yolcu kapasitesinin birbirine yakın ve güzergâh olarak aynı istikamette olmasıdır. Güzergâh çalışması yapılan bölgeler Şekil 7’de verilmiştir.

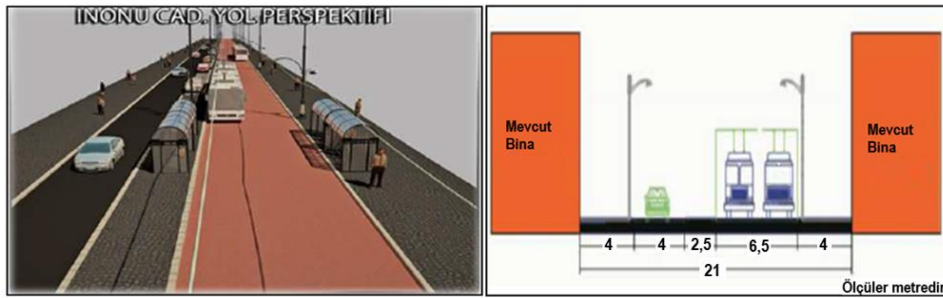


Şekil 7: Toplu Taşıma Sistemi Güzergah Alternatifleri

4.1 Trambüs Hattı İçin Güzergah Değerlendirilmesi

4.1.1 Birinci Güzergah Alternatifi

MAŞTİ-İnönü Caddesi-İnönü Üniversitesi güzergahında, İnönü caddesi bölümünden Trambüs güzergahının geçirilmesi düşünülmüştür. Ancak, söz konusu caddenin genişliği, trafik yoğunluğu ve inşaat süreci göz önüne alındığında, bu güzergahın seçilmesi durumunda proje süresi ve bedelinin artabileceği öngörülmüştür. İnönü caddesinin Trambüs yapılması durumundaki görüntüsü Şekil 8’de verilmiştir. Yapılan kıyaslamalar neticesinde ikinci güzergah alternatifinin incelenmesine karar verilmiştir.



Şekil 8: Birinci Alternatif İçin İnönü Caddesinin Planlanan Görünümü [15]

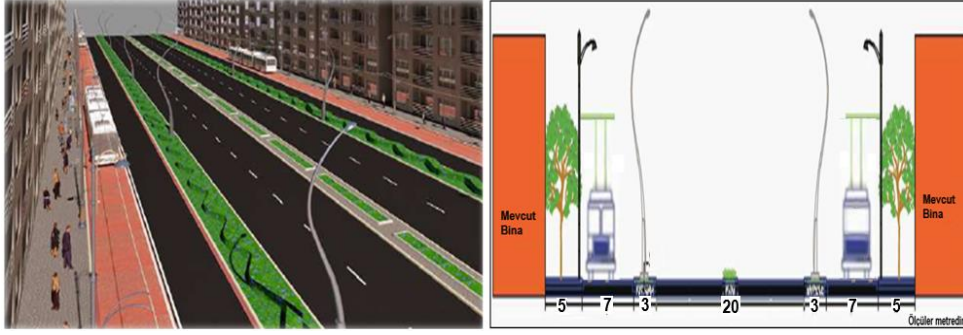
4.1.2 İkinci Güzergah Alternatifi

MAŞTİ-Çevre yolu-İnönü Üniversitesi güzergahı, ilk alternatifin uygun görülmemesi sebebiyle daha detaylı

incelenmiştir. Bu kapsamda, ilk çalışmalarda Trambüs hattının çevre yolunun sol kesiminde kendine tahsisli bir yolda çalışması planlanmış, fakat inşaat maliyetleri ve yapım süresinin uzaması göz önüne alınarak, yolun sağında Trambüs hattının

oluşturulmasına karar verildiği anlaşılmıştır. Ayrıca bu tercih nedeniyle yolun daralmayacağı ve trafik akışına ek bir yük

getirmeyeceği öngörülmüştür. MAŞTİ-Çevre Yolu- İnönü Üniversite planlanan görünüm için Şekil 9'da verilmiştir.



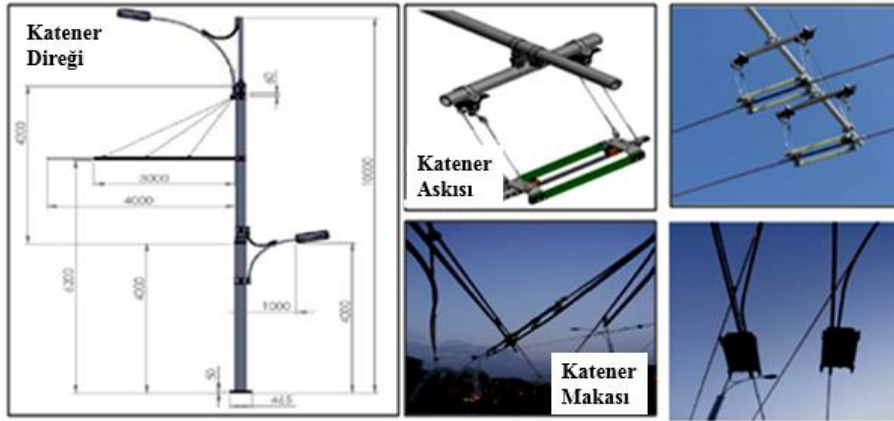
Şekil 9: MAŞTİ-Çevre Yolu- İnönü Üniversite Güzergahı İçin Planlanan Görünümü [15].

4.2 Trambüs Hattı Yapım Faaliyetleri

Güzergahın MAŞTİ - Çevre Yolu - İnönü Üniversite olarak belirlenmesinden sonra, Mayıs 2013 tarihinde ihaleye çıkılmış, ihale sonucunda Bozankaya firması 19,6 milyon Avro ile ihaleyi kazanmıştır. Trambüs hattının yapımına 21.06.2013 tarihinde başlanmış ve 11.03.2015 tarihinde tamamlanmıştır. Söz konusu hatta toplam 54 istasyon, 37,4 km hat uzunluğu, 9 trafo merkezi ve 1576 enerji iletim direği kullanılmıştır [15].

4.2.1 Enerji İletim Direkleri (Katener) ve Kablosunun Montaj Süreci

Trambüs hattında araçların kullandığı elektrik hat gerilimi 750 V DC olan ve katener adı verilen ana Trambüs enerji iletim kablosu ile sağlanmaktadır. Bu hattın kullanılması maksadıyla 10 metre yüksekliğinde 1576 katener direği, 80.200 metre katener kablosu ve 4 makas noktası (MAŞTİ, Emeksiz, Mişmiş Park, Araştırma Hastanesi) kullanılmıştır. Şekil 10'da katener ekipmanları görülmektedir.



Şekil 10: Katener Ekipmanları

4.2.2 İstasyonların İnşaat Süreci

Malatya Trambüs sistemi için toplam 54 istasyon yapılmıştır. Bu istasyonların 39 adeti 35 metre uzunluğunda, 2 adeti 30 metre uzunluğunda, 13 adeti 25 metre uzunluğunda

yapılmıştır. Her istasyon için 24 saat kontrol sağlayan bir güvenlik kamera sistemi bulunmaktadır. Turnikelerin her istasyon için engellilerin kullanıma uygun dizayn edildiği görülmüştür. Şekil 11'de istasyon detayları verilmiştir.



Şekil 11: İstasyon Detayları

4.2.3 Transformatörlerin İnşa Süreci

Trambüs hattında toplam 9 trafo merkezi ve 3 ana besleme noktası ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlamaktadır. Sistemin enerjisi Keban Barajından ve Kahramanmaraş transformatöründen karşılanmaktadır.

4.2.4 Trambüs Sisteminin Test Faaliyetleri

Trambüs araçları ve yapımı tamamlanan hat için test sürüşleri 2014 Ağustos'ta yolcu olmadan tamamlanan bölümlerde başlatılmıştır ve Mart 2015'e kadar devam etmiştir. Yolcu ile yapılan testlerden önce Trambüs kum torbaları ile denenmiştir. Sistem tüm hava koşullarında test edilmiştir. Ayrıca aracın hızlandırılması, aracın kalkış, durma ve çekiş testleri enerji hattı ile birlikte yapılmıştır [15]. Şekil 12'de Trambüs'ün test aşamaları görülmektedir.



Şekil 12: Trambüsün Test Aşamaları

Trambüs sistemi, ekonomik ve fiziki sebeplerden dolayı diğer araçlarla aynı yolu kullanmıştır. Bu nedenle birçok sorunun test aşamasında meydana geldiği görülmüştür. Bu sorunlardan en önemlileri Trambüs hattına park yapılması, aşırı yüklü araçların gabari yüksekliğini aşması nedeniyle enerji

hatlarına zarar vermesi, araçların Trambüse öncelik vermemesi, enerji iletim direklerine araçların çarpması vb. olarak tespit edilmiştir. Şekil 13'de Trambüs sisteminin testi esnasında karşılaşılan sorunlar görülmektedir.

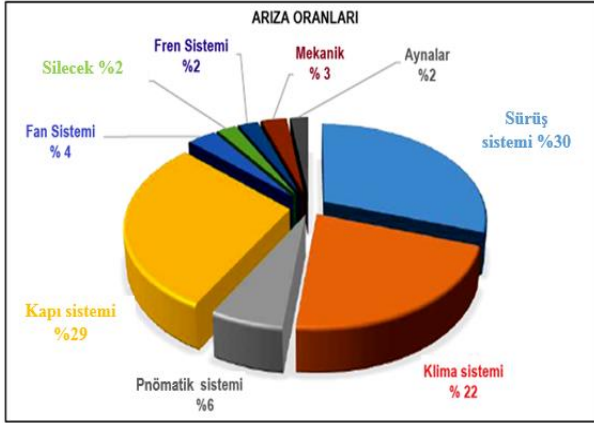


Şekil 13: Trambüs Sisteminin Testi Esnasında Karşılaşılan Sorunlar

Ayrıca, deneme safhasında Trambüs araçlarında toplam 1589 hata veya arıza tespit edilmiştir. Bunların %30'u sürüş

sistemi, %22'si klima sistemi, %6'sı pnömatik sistem, %29'u kapı sistemi, %4'ü fan sistemi, %2'si silecek, %3'ü mekanik ve

%2'si ayna kaynaklı arızalar olmuştur. Tespit edilen arızaların sadece %27'si hizmetin durmasına sebep olmuştur [15]. Şekil 14'de arıza çeşitlerine göre % oranları görülmektedir.



Şekil 14: Trambüs Araçlarında Test Aşamasında Karşılaşılan Arızalar

4.3 Trambüs Sisteminin Kullanıma Açılması

Malatya Trambüs sistemi, yapılan testlerden sonra 30.03.2015 tarihinde hizmete başlamıştır. Sistemin öne çıkan bazı detayları; çalışma saatleri, sefer süresi, sefer aralığı, km'deki yolcu sayısı, enerji tüketimi ve km'deki enerji maliyeti verileri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Malatya Trambüs Sisteminin Öne Çıkan Bazı Özellikleri

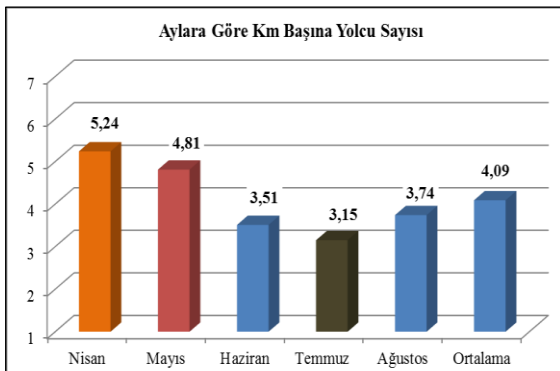
Özellikler	Uygulama / Tespitler
Çalışma Saatleri	06.00 – 23.00
Sefer Süresi	90 dakika
Sefer Aralığı	15 dakika
Km'deki Yolcu Sayısı	4,09
Enerji Tüketimi	2,9 kwh/km
Km Başına Enerji Maliyeti	0,28 Avro

4.3.1 Trambüs Sistemindeki Yolcu Sayısı ve Profili

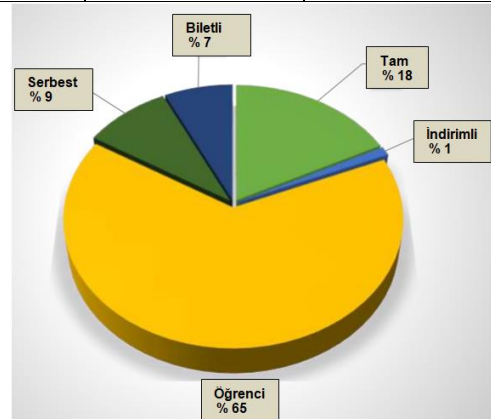
Malatya Trambüs sistemindeki 5 aylık kullanım süresinde aylık ortalama 438.302, toplamda ise 1.741.028 yolcu taşınmıştır [15]. Ayrıca, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ayları için aylık yolcu sayısı, günlük yolcu sayısı, araç başına günlük yolcu sayısı, sefer sayısı, sefer başına yolcu sayısı saptanmıştır. Nisan ve Mayıs aylarında okulların açık olması sebebi ile daha fazla araç ile hizmet verildiği, yaz döneminde ise yolcu sayısının düşmesi ile birlikte yeterli görülen araç sayısı ile hizmet verilmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir. Tablo 7'de araç başına ve sefer başına yolcu sayısı ve Şekil 15'de aylara göre km başına yolcu sayısı görülmektedir. Ayrıca, Trambüs sistemini kullanan yolcu profilinin %9'unun serbest, %7 biletli, %18 tam, %1 indirimli ve %65 öğrenci olduğu Şekil 16'da görülmektedir. Öğrencilerin fazla olması, araştırılan aylar göz önüne alındığında seçilen hattın amacına uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 7: Araç ve Sefer Başına Düşen Yolcu Sayısı

Aylar	Aylık Yolcu Sayısı	Günlük Yolcu Sayısı	Sefer Sayısı	Sefer Başına Yolcu Sayısı	Araç Başına Günlük Yolcu Sayısı
Nisan	434.033	14.468	80	181	1808
Mayıs	438.302	14.139	80	177	1767
Haziran	318.563	10.619	68	156	1517
Temmuz	249.308	8.042	68	118	1340
Ağustos	300.822	9.704	68	143	1617



Şekil 15: Aylara Göre Km Başına Yolcu Sayısı



Şekil 16: Yolcu Profili

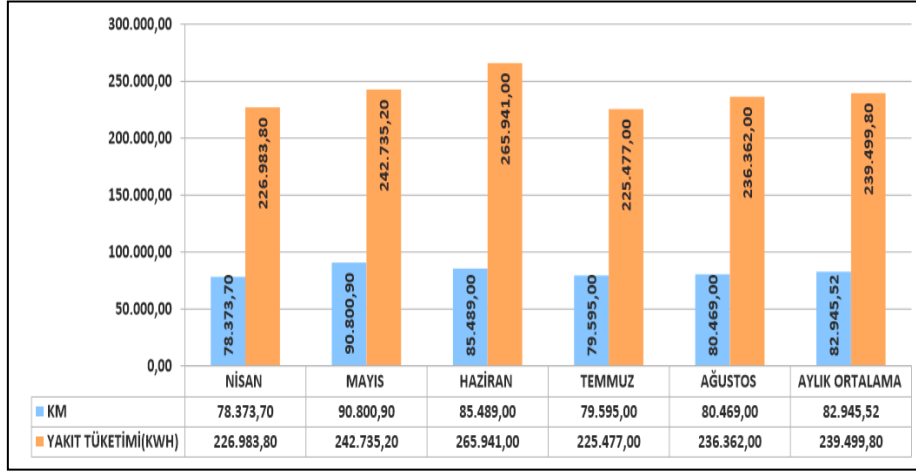
4.3.2 Trambüs Sistemindeki Sefer Gerçekleştirme Oranı

Toplu ulaşım sistemlerindeki en önemli kriterlerinden biri olan sefer gerçekleştirme oranları için Malatya Trambüs sistemindeki 5 aylık kullanım süresince inceleme yapılmıştır [15]. Yapılan incelemede planlanan sefer saatleri 06:00-23:00, sefer sıklığı 15 dakika, sefer süresi 85-100 dakika olarak öngörülmüştür. İncelenen Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında toplam 10.615 sefer planlanmış ve 10.604 sefer gerçekleştirilmiştir. Sefer sayısı gerçekleşme oranı %99 olarak tespit edilmiştir.

4.3.3 Trambüs Sisteminde Aylara Göre Km Başına Yakıt Sarfiyatı

Malatya Trambüs sistemindeki 5 aylık kullanım süresince, aylara göre yakıt sarfiyatının tespitinde aylık yolcu sayısının en düşük olduğu Temmuz ve Ağustos ayları için yapılan

incelemede, Temmuz ayında 79.595 km için 100.706,53 TL, Ağustos ayında ise 80.469 km için 107.826,25 TL yakıt maliyeti belirlenmiştir. Sadece bu aylar dikkate alındığında yakıt sarfiyatı maliyeti km başına ortalama 1,3 TL olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, 5 ay için yapılan incelemede 414.727 km için 395.174,00 TL yakıt maliyeti ve yakıt sarfiyatı bedeli km başına ortalama maliyet 0,95 TL olarak tespit edilmiştir (ortalama kur [22] 1 Avro 2,90 TL olarak alınmıştır). Bu kapsamda Trambüs sisteminin aylara göre km'de yakıt tüketimi (kwh) olarak Şekil 17'de görülmektedir.



Şekil 17: Aylara Göre Km Başına Yakıt Sarfiyatı

4.3.4 Mevcut Dizel Otobüs Sistemi ile Trambüs Sisteminin Yakıt ve Sürücü Giderlerinin Karşılaştırılması

Malatya kent içi ulaşım sistemi olarak kullanılan dizel otobüs sistemi ile Trambüs sistemi, 5 aylık süre içerisinde taşınan, 1.741.028 yolcu sayısı esas alınarak bir karşılaştırma yapılmıştır [15]. Yapılan karşılaştırmada 1.741.028 yolcu taşımak için, Trambüs sisteminin 414.727km yol gitmesi gerektiği, yakıt tüketiminin 395.174,00TL, sürücü giderlerinin 181.125,00TL ve toplam maliyetin ise 576.344,00TL olduğu tespit edilmiştir. Aynı yolcu sayısı için dizel otobüs sisteminin

829.454km yol gitmesi gerektiği, yakıt sarfiyatının 1.381.039,00TL, sürücü giderlerinin 362.250,00TL ve toplam maliyetin ise 1.743.289,00TL olacağı hesaplanmıştır. Karşılaştırma neticesinde 5 aylık bir süreç için 1.166.945,00TL'lik bir kazanç olduğu, Trambüs araçlarının kapasitesinin fazla olmasının ve yakıt cinsinin bu karşılaştırmada önemli bir etken olduğu ve dolayısıyla Trambüs sisteminin mevcut dizel yakıtlı sistemlerden çok daha ekonomik olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuçlara göre, yakıt tüketiminde %72 ve sürücü giderlerinde %50 oranlarında tasarruf sağlandığı, belirlenen bu sonuçların literatürde [4] belirtilen tasarruf oranlarıyla (%75) örtüştüğü görülmektedir. Yakıt ve sürücü giderlerinin karşılaştırılması Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8: Yakıt ve Sürücü Giderlerinin Karşılaştırılması

Dizel Otobüs-Trambüs Sisteminin Yakıt ve Sürücü Giderlerinin Karşılaştırılması (5 Aylık)						
Araç Türü	Kilometre	Yakıt Tüketimi (KWH-LT)	Birim Fiyat (KWH-LT)	Yakıt Tüketimi (TL)	Sürücü Giderleri (TL)	Toplam Maliyet (TL)
Dizel	829.454,00	373.254,00	3,70 TL	1.381.039,00 TL	362.250,00	1.743.289,00
Trambüs	414.727,00	1.197.499,00	0,33 TL	395.174,00 TL	181.125,00	576.344,00 TL
Fark	414.727,00	-	-	985.865,00 TL	181.125,00	1.166.945,00

4.3.5 Trambüs Sisteminin Kullanılmasının Öncesi ve Sonrasının Karşılaştırılması

Trambüs sisteminin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte Malatya kent içi ulaşım sisteminde revizyon yapılmıştır. Bu kapsamda ulaşım hatlarından Şoför Okulu-Üniversite (2B), Şire Pazarı-Üniversite (17A), Şire Pazarı-Araştırma Hastanesi (16A), Şire Pazarı-Araştırma Hastanesi- Cankoç (16C) hatlarından 2 hat

kaldırılmış, Şire Pazarı-Araştırma Hastanesi-Üniversite (16B), Cankoç-Araştırma Hastanesi (16C) hatları revize edilmiştir [15]. Bu revizyon sayesinde Nisan-Ağustos 2015 tarihleri arasında personel ve yakıt giderleri hesaplanarak aylık ve yıllık maliyetler hesaplanmış (Tablo 9, Tablo 10), yıllık 2.843.784,00 TL tasarruf sağlandığı ve tasarruf oranının %51 oranında olduğu belirlenmiştir (ortalama kur [22] 1 Avro 2,90 TL olarak alınmıştır).

Tablo 9: Trambüs Sisteminin Öncesindeki Maliyetler

Trambüs Öncesi											
Hat No	Araç Sayısı	Personel Sayısı	Sefer Sayısı	Hat Uzunluğu	Günlük Yol	Günlük Yakıt Tüketimi	Günlük Yakıt Tüketimi	Aylık Yakıt Tüketimi	Aylık Personel Maliyeti	Aylık Toplam Maliyet	Yıllık Toplam Maliyet
	(adet)	(adet)	(adet)	(km)	(km)	(Lt)	(TL)	(TL)	(TL)	(TL)	(TL)
2B	6	48	44	44,65	1966	924	3.604	108.106	101.913	443.826	5.325.912
17A	12		124	23,72	2941	1529	5.965	178.947			
16A	2		27	22,43	606	315	1.228	36.845			
16C	1		13	25,2	328	154	600	18.015			
Toplam	21		208	116	5841	2922	11.397	341.913			

Tablo 10: Trambüs Sisteminin Sonrasındaki Maliyetler

Trambüs Sonrası												
Hat No	Araç Sayısı	Personel Sayısı	Sefer Sayısı	Hat Uzunluğu	Günlük Yol	Günlük Yakıt Tüketimi	Günlük Yakıt Tüketimi	Günlük Yakıt Tüketimi	Aylık Yakıt Tüketimi	Aylık Personel Maliyeti	Aylık Toplam Maliyet	Yıllık Toplam Maliyet
	(adet)	(adet)	(adet)	(km)	(km)	(Lt)	(Kw)	(TL)	(TL)	(TL)	(TL)	(TL)
T1	9	41	80	37,5	3000	-	8700	2.784	83.52	87.354	220.261	2.643.132
16B	8		29	25,7	745	388		1.511	45.344			
16C	1		24	4,8	115	35		135	4.043			
Toplam	18		133	68	3860	423		4.430	132.907			

T1: Trambüs hattı

5. Sonuçlar ve Öneriler

Malatya il merkezinde bulunan toplu taşıma ihtiyacının çağın şartlarına uygun ekonomik, sürdürülebilir ve çevre hassasiyeti bakımından üst düzey bir sistem tarafından giderilmesi maksadıyla 2013 yılından itibaren çalışmalar başlatılmıştır. Bu amaçla, söz konusu ihtiyaca cevap verebileceği değerlendirilen sistemler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan sistemler arasında Metrobüs, Trambüs ve hafif raylı sistemler öne çıkmıştır. Malatya Trambüs sisteminin, genel değerlendirme süreci ve kullanıma başlandığı 5 aylık süreç (2015 yılı Nisan ve Ağustos arası) göz önüne alındığında diğer sistemlere nazaran;

ilk yatırım maliyeti, yapım süresinin kısalığı, yakıt tüketimi ve personel maliyeti bakımından daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, Malatya Belediyesince yapılan kayıtlandırma neticesinde, 5 aylık süreç için maliyet analizlerinde sadece yakıt tüketimi ve personel giderleri bakımından analizler yapılabilmemiş, diğer giderler (bakım, onarım ve amortisman vb.) ele alınamamıştır. Diğer taraftan Trambüs sisteminin çevrenin korunması ve sürdürülebilirliği bakımından, en yakın alternatifi olan fosil yakıtlı sistemlere kıyasla ekonomik olarak çok daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan, kent içi ulaşım sistemleri revizyon gereken kentler için raylı sistemlerden ilk yatırım maliyeti olarak daha uygun, fosil yakıtlı sistemlerden

yakıt maliyetleri, işletme giderleri, yenileme maliyetleri, çevresel hassasiyet ve sürdürülebilirlik bakımından daha üstün olduğu düşünülen Trambüs sisteminin uygulanmasının ülke ekonomisine uzun ve kısa vadede katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Malatya il merkezinde bulunan toplu taşıma ihtiyacının karşılanması için 2013-2015 yılları arasındaki şartlar, seçim kriterleri ve uygulama sonuçlarının incelendiği bu çalışmada, Trambüs sisteminin Malatya şehri için o gün ki şartlar altında uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak, söz konusu sistemin kullanım süresi ve günümüz şartları ele alınarak daha ayrıntılı ve geniş kapsamlı çalışmalarla değerlendirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

6. Referanslar

- [1] Acar İ.H., (2004), Kentlerimiz İçin Metrobüs Çözümleri, İnşaat Mühendisleri Odası, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3188.pdf>, sayfa 2 (Erişim tarihi 03.01.2022)
- [2] Baştürk,G. (2014), Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemleri İncelemesi ve Dünya Örnekleri İle Karşılaştırılması, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığı.
- [3] Doğan, F.(2014), Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri ve Malatya Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Yücel, M. ve Gültaş,P. (2015), Yeşil Lojistik: Yeşil Ulaşım Hizmetleri Malatya Büyükşehir Belediyesi Örneği, Akademik Yaklaşımlar Dergisi, Cilt: 6 Sayı:2.
- [5] Kılıç, İ. (2019), Tramvay Trolleybüs Tercihinin Malatya Örneğinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Anonim (2022a), <http://www.malatya.gov.tr/nufus-ve-idari-yapi> (Erişim Tarihi:03.01.2022)
- [7] Anonim (2022b), <https://www.malatya.bel.tr/malatya/> (Erişim Tarihi: 04.01.2022)
- [8] Anonim (2022c), <http://cografyaharita.com/haritalarim/4lturkiye-mulki-idare-haritasi4.png>(03.01.2022)
- [9] Anonim (2022d), <https://www.nufusu.com/il/malatya-nufusu> (Erişim Tarihi: 03.01.2022)
- [10] Evren G. (1996), Kentsel ulaşımında raylı sistemler, 1. Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, sayfa 272-297.
- [11] Kölük E. (2005), Demiryollarının Ülkemizde ve Dünyadaki Gelişimi, TCDD Eğitim Merkezi Yayınlanmamış Ders Notları, Ankara.
- [12] Anonim (2022e), <https://www.kayseri.bel.tr/rayli-sistem-sube-mudurlugu> (Erişim Tarihi: 04.01.2022)
- [13] Anonim (2022f), <https://www.gaziulas.com/Icerik.aspx?ID=19> (Erişim Tarihi: 04.01.2022)
- [14] Acun, M.F. (2020), Trambüs Toplu Taşıma Sisteminin Ulaşım ve Çevre Etkilerinin Belirlenmesi: Malatya Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [15] Uruk, S., ve Tamgacı, E. S. (2015). Malatya trambüs(trolleybüs) sisteminin incelenmesi, Transist-2015 Bildiri Kitabı, 251-264.
- [16] Anonim (2022g), <http://www.ego.gov.tr/tr/sayfa/6/ego-genel-mudurlugu-tarihcesi>(Erişim Tarihi: : 04.01.2022)
- [17] Tica, S., Filipovic, S., Zivanovic, P., & Bajcetic, S. (2011). Development Of Trolleybus Passenger Transport Subsystems In Terms Of Sustainable Development and Quality Of Life In Cities. International Journal For Traffic And Transport Engineering , 1 (4), 196-205.
- [18] Anonim (2022h), <http://www.bozankaya.com.tr/wp-content/uploads/2019/04/Trambus-katalog.pdf>
- [19] Levinson , H.S., Zimmerman, S., Clinger, J., Gast, J., Rutherford, S. and Bruhn, E., (2003) Bus rapid transit, Volume 2: Implementation Guidelines, TCRP (Transit Cooperative ResearchProgram) Report 90, sayfa 233.
- [20] Anonim (2022i), <https://www.tppd.com.tr/tr/gecmis-akaryakit-fiyatlari> (Erişim Tarihi: 08.01.2022)
- [21] Anonim (2022j), <https://www.enerjiatlasi.com/elektrik-fiyatlari/> (Erişim Tarihi: 08.01.2022)
- [22] Anonim (2022u), https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/201507/Jul_tr.html Erişim Tarihi: : 04.01.2022